(19)日本国特許庁（ＪＰ）　(12)公開特許公報（Ａ）　(11)特許出願公開番号
特開2000－259359
（P2000－259359A）
(43)公開日　平成12年９月22日(2000.9.22)

(51)Int.Cl.'		識別記号	FI		テーマコード'（参考）
Ｇ０６Ｆ	3/06	３０６	Ｇ０６Ｆ	3/06	３０６Ｂ　５Ｂ０１８
		３０５			３０５Ｃ　５Ｂ０６５
		５４０			５４０　５Ｄ０６６
	12/16	３２０		12/16	３２０Ｌ
Ｇ１１Ｂ	19/02	５０１	Ｇ１１Ｂ	19/02	５０１Ｆ

審査請求　未請求　請求項の数７　ＯＬ　（全 13 頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平11－56883

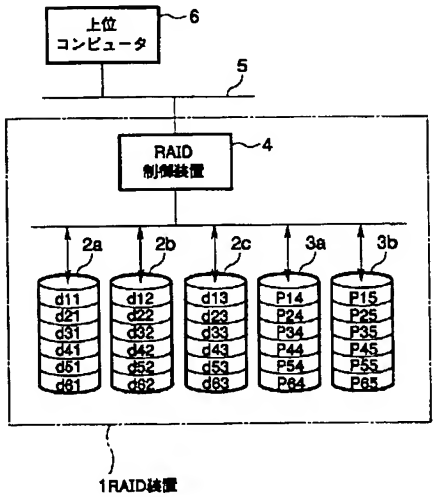
(22)出願日　平成11年３月４日(1999.3.4)

(71)出願人　000003078
株式会社東芝
神奈川県川崎市幸区堀川町72番地
(72)発明者　伊藤　章
東京都府中市東芝町１番地　株式会社東芝
府中工場内
(74)代理人　100058479
弁理士　鈴江　武彦　（外６名）

Ｆターム(参考)　5B018 GA02 HA16 KA21 MA14 QA16
RA02
5B065 BA01 CA30 EA02 EA12 EA24
5D066 BA02 BA08

(54)【発明の名称】　ＲＡＩＤ装置および記録媒体

(57)【要約】
【課題】　データディスクに冗長するパリティの算出およびディスク障害時のデータ復元を行うことにある。
【解決手段】　データを複数のデータ用ディスク２ａ～２ｃに分散保存し、これらデータに冗長するパリティ用ディスク３ａ，３ｂを付加する冗長手段と、データおよびパリティ保存領域をビット単位に任意整数にブロック分けするブロック分割手段と、２の拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）を用いて、全ディスクのグループ単位ごとに前記データ用ディスクに付加するパリティ用ディスクのパリティを算出するパリティ算出手段および任意のデータ用ディスク障害時、障害発生ディスクのデータを未知データとし、前記拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）で定める規則に従って連立合同式を作成し、この連立合同式から前記未知データを復元するデータ復元手段を有するＲＡＩＤ制御装置４とを設けたＲＡＩＤ装置である。



【特許請求の範囲】
【請求項１】　データを複数のデータ用ディスクに分散保存するＲＡＩＤ装置において、
前記複数のデータ用ディスクに複数台のパリティ用ディスクを冗長する冗長手段と、
前記データ用ディスクのデータ保存領域およびパリティ用ディスクのパリティ保存領域をビット単位に任意整数にブロック分けするブロック分割手段と、
拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）（ｎは整数）を用いて、前記全ディスクの所定ブロックどうしで連なるグループ単位ごとに前記データ用ディスクに付加するパリティ用ディスクのパリティを算出するパリティ算出手段および前記任意のデータ用ディスク障害時、障害発生ディスクのデータを未知データとし、前記拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）で定める規則に従って連立合同式を作成し、この連立合同式から前記未知データを復元するデータ復元手段を有するＲＡＩＤ制御装置とを備えたことを特徴とするＲＡＩＤ装置。
【請求項２】　請求項１に記載するＲＡＩＤ装置において、
前記パリティを特定のディスクに固定せずに、前記グループ単位ごとに任意のディスクに分散するパリティ分散手段を設けたことを特徴とするＲＡＩＤ装置。
【請求項３】　複数のデータ用ディスクのデータを冗長するパリティを算出するパリティ算出用プログラムを記録する記録媒体であって、コンピュータに、
各データ用ディスクのグループ単位ごとのデータを読み出すデータ読み出し機能と、このグループ単位ごとのデータに対し、拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）に従って所定の係数を乗算するとともに、これら乗算値を加算してパリティを算出するパリティ算出機能と、このパリティ算出機能によって算出されるパリティを該当グループ内の所定のブロックに設定するパリティ設定機能と、上記一連の機能を、全グループについて繰り返し実行する機能とを実現させるためにパリティ算出用プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。
【請求項４】　データ用ディスク障害時にデータを復元するデータ復元用プログラムを記録する記録媒体であって、コンピュータに、
ディスク故障時に正常なデータ用ディスクのデータおよびパリティ用ディスクのパリティを読み出すデータ読み出し機能と、これら読み出したデータおよびパリティを用いて、拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）の規則に基づいてディスク故障台数に応じた連立合同式を作成し未知データを求めるデータ復元機能と、これら一連の機能について全グループについて繰り返してデータを復元する機能とを実現させるためにデータ復元用プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。
【請求項５】　請求項１または請求項２に記載するＲＡＩＤ装置において、
上位機器または自身のハードウエアスイッチから前記ＲＡＩＤ制御装置に対して、冗長するパリティ算出の任意個数を決定し入力する手段を設けたことを特徴とするＲＡＩＤ装置。
【請求項６】　請求項１，請求項２および請求項５の何れか１つに記載のＲＡＩＤ装置において、
それぞれ複数のディスクを管理する複数のＲＡＩＤ制御装置を連携させ、これらＲＡＩＤ制御装置管理下の全ディスクの所定ブロックをグループ化し、各グループごとにパリティを設定する手段を設けたことを特徴とするＲＡＩＤ装置。
【請求項７】　請求項１，請求項２，請求項５および請求項６の何れか１つに記載のＲＡＩＤ装置において、
複数個のパリティを算出する場合、２個目以降のパリティについて、既に算出されたパリティをデータの一部とみなしてパリティを計算し、この計算結果のデータ誤りから障害ディスクを特定し、データを修復する手段を設けたことを特徴とするＲＡＩＤ装置。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】本発明は、ディスクの障害によって失われるデータを復元するＲＡＩＤ（Redundant Arrays of Inexpensive Disks）装置および記録媒体に関する。
【０００２】
【従来の技術】ＲＡＩＤ装置は、各種のデータを複数の安価なディスクに分散し保存することにより、高性能ディスクと同等の性能を得る装置である。
【０００３】しかし、小型のディスクを多数使用すれば、ディスクの故障が増加し、それだけデータが消失する危険性も高くなるので、単にディスクの数を増やすだけでなく、余分なディスクを用意し、冗長性をもたせることにより、安定性および高性能化を図っている。
【０００４】ＲＡＩＤ装置は、データ用ディスクの他に、冗長性をもたせるためのパリティ用ディスクが設けられ、データ用ディスクに障害が発生したとき、冗長性をもったパリティデータを用いて、障害によって失われたデータを復元することが行われている。
【０００５】ところで、この種のＲＡＩＤ装置は、ディスクの組み合わせないし負荷分散の観点から、大まかには６つのレベルＲＡＩＤ１～ＲＡＩＤ６に分類され、ディスク障害時のデータの復元化を図っている。
【０００６】ＲＡＩＤ１は、ミラーリング（mirroring）とも呼ばれる方式であって、この方式は、データ用ディスクが２つのグループに分けられ、同一のデータを２つのグループデータディスクに保存する二重化データ保存方式である。データの書込みは両グループ同時に行い、データの読み出しは何れかのデータ用ディスクから行う。その結果、一方のグループデータ用ディスクの障害時、別のグループに切替えるだけで消失データを簡単

に復元できる。
【０００７】ＲＡＩＤ２は、データを複数のディスクにビット単位で分散記録する一方、コンピュータのメモリで利用されているエラー訂正コード（ＥＣＣ）を付加し、データ用ディスクの障害により失われたデータについて、エラー訂正コードを用いて復元し信頼性を高める方式である。
【０００８】ＲＡＩＤ３は、ディスクごとに障害を検知する仕組みがあることを前提とし、ＥＣＣを使わずにデータをビット単位で複数のディスクに分散させ、パリティ用ディスク１台を追加し、データ用ディスクの障害により失われたデータについて、ビット単位の排他的論理和によって障害データ用ディスク１台を復元する方式である。
【０００９】ＲＡＩＤ４は、ディスクごとに障害を検知する仕組みがあることを前提とし、ＲＡＩＤ３がデータをビット単位で分散させたのに対し、データをブロック単位で複数のデータ用ディスクに分散させ、パリティ用ディスク１台を追加し、障害により失われたデータについて、ブロック単位の排他的論理和によって障害データ用ディスク１台を復元する方式である。
【００１０】ＲＡＩＤ５は、同じくディスクごとに障害を検知する仕組みがあることを前提とし、パリティをブロック単位に全てのディスクに分散保持させ、障害により失われたデータは、ブロック単位の排他的論理和によって障害データ用ディスク１台を復元する方式である。
【００１１】ＲＡＩＤ６は、ＲＡＩＤ５が障害対策に単一パリティを用いたのに対し、パリティを２次元に拡張したり、Reed－Solomonコードを用いてエラー訂正機能を強化することにより、複数台のデータ用ディスク障害を復元し、信頼性を高める方式である。
【００１２】
【発明が解決しようとする課題】従って、以上のようなＲＡＩＤ装置は、ＲＡＩＤ１～ＲＡＩＤ６に分類分けし、それぞれデータ用ディスク障害時のデータ復元を図っているが、各ＲＡＩＤにはそれぞれ以下のような問題が指摘されている。
【００１３】先ず、ＲＡＩＤ１は必要な記憶容量の２倍のディスクを用意する必要があること、また当該ＲＡＩＤ１を含めてＥＣＣを使用するＲＡＩＤ２やパリティを２次元的に拡張し設定するＲＡＩＤ６は、データ用ディスクとパリティ用ディスクとの台数比率が各方式ごとに固定となり、自由なデータ用ディスクとパリティ用ディスク台数設定ができないばかりか、一般的にはデータ用ディスクに対してパリティ用ディスクの占める割合が大きくなる問題があり、また少ない量のデータ変更がある場合であっても、多くのパリティを変更しなければならない問題がある。
【００１４】さらに、ＲＡＩＤ３～ＲＡＩＤ５は、データ容量を増やすためにデータ用ディスクを追加することがあるが、データ用ディスク追加にも拘わらず、パリティを排他的論理和にて計算する方式のものでは、１台のデータ用ディスク容量分である１つのパリティしか設定できない。
【００１５】その結果、データ用ディスクが増えたとき、同時に２台以上のデータ用ディスクの故障が発生する確率が高くなるばかりでなく、同時に２台以上のディスクが故障したとき、データが復元できなくなり、ＲＡＩＤ装置の信頼性を損なう問題がある。
【００１６】さらに、データ用ディスクを追加してデータ消失時のデータの復元を図る手段として、複数台単位ごとにグループ化し、各グループごとに１つのパリティを付け、信頼性を高めることが考えられる。
【００１７】しかし、このような場合でも、同時に２台以上のデータ用ディスクが故障したとき、グループ内の故障ディスクが１台であれば復元可能であるが、同一グループ内において２台以上のデータ用ディスクに障害が発生したとき、失われたデータを復元できない問題がある。
【００１８】本発明は上記事情にかんがみてなされたもので、データディスクに冗長するパリティを容易に算出し、また同時に複数台のディスクが故障した場合でも、そのディスク内容を復元可能なＲＡＩＤ装置を提供することにある。
【００１９】また、本発明の他の目的は、用途等に応じて冗長するパリティの個数を容易に変更可能なＲＡＩＤ装置を提供することにある。
【００２０】さらに、本発明の他の目的は、データ誤りディスクを特定し、そのデータの修復を可能とするＲＡＩＤ装置を提供することにある。
【００２１】本発明の他の目的は、データディスクに冗長するパリティを算出し、また同時に複数台のディスクに故障が発生した場合でも、そのディスク内容を復元可能なプログラムを記録した記録媒体を提供することにある。
【００２２】
【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、複数のデータ用ディスクに複数台のパリティ用ディスクを冗長する冗長手段と、前記データ用ディスクのデータ保存領域およびパリティ用ディスクのパリティ保存領域をビット単位に任意整数にブロック分けするブロック分割手段と、拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）（ｎは整数）を用いて、前記全ディスクの所定ブロックどうしで連なるグループ単位ごとに前記データ用ディスクに付加するパリティ用ディスクのパリティを算出するパリティ算出手段および前記任意のデータ用ディスク障害時、障害発生ディスクのデータを未知データとし、前記拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）で定める規則に従って連立合同式を作成し、この連立合同式から前記未知データを復元するデータ復元手段を有するＲＡＩＤ制御装置とを

設けたＲＡＩＤ装置である。
【００２３】なお、上記構成においては、パリティを特定のディスクに固定したが、グループ単位ごとに任意のディスクにパリティを分散する構成でもよい。
【００２４】本発明は、以上のような手段を講じたことにより、複数のデータ用ディスクにデータが格納された後、パリティ算出手段にて、これら格納されたデータに基づき、拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）（ｎは整数）を用いて、正確にパリティを算出しパリティ用ディスクに設定できる。
【００２５】また、データ復元手段においては、データ用ディスク障害時、２の拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）で定める規則に従い、正常ディスクデータ，パリティと障害発生ディスクのデータを未知データとして連立合同式を組み立て、この連立合同式から未知データを復元するので、複数台のデータディスクに障害が発生しても、迅速、かつ、確実に障害ディスクのデータを復元できる。
【００２６】また、別の発明は、上位機器または自身のハードウエアスイッチからＲＡＩＤ制御装置に対して、冗長するパリティ算出の任意個数を決定し入力するようにすれば、用途、目的に応じて、冗長するパリティの個数を容易に変更可能であり、信頼性の向上およびユーザの要望に応じて柔軟に対処できる。
【００２７】さらに、別の発明においては、それぞれ複数のディスクを管理する複数のＲＡＩＤ制御装置を連携させ、これらＲＡＩＤ制御装置管理下の全ディスクの所定ブロックをグループ化し、各グループごとにパリティを設定するようにすれば、パリティ用ディスクの台数を減らすことができ、ＲＡＩＤ装置全体として冗長するパリティの低減化およびコストの削減に大きく貢献する。
【００２８】さらに、別の発明は、複数個のパリティを算出する場合、２個目以降のパリティについて、既に算出されたパリティをデータの一部とみなしてパリティを計算することにより、この計算結果のデータ誤りから容易に障害ディスクを特定しデータ修復することができる。
【００２９】
【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。
【００３０】図１は本発明に係わるＲＡＩＤ装置の一実施の形態を説明する構成図である。
【００３１】同図において１は例えば３台のデータ用ディスク２ａ，２ｂ，２ｃおよび２台のパリティ用ディスク３ａ，３ｂを備えたＲＡＩＤ装置であって、これは伝送ライン５を介して上位コンピュータ６と接続されている。
【００３２】このコンピュータ６は、例えばＲＡＩＤ装置１においてデータ処理上必要なプログラムなどを当該ＲＡＩＤ装置１にダウンロードしたり、さらには当該ＲＡＩＤ装置１に必要な指示，命令を与える機能をもっている。
【００３３】前記ＲＡＩＤ装置１は、上述したデータ用ディスク２ａ，２ｂ，２ｃおよびパリティ用ディスク３ａ，３ｂの他、ＲＡＩＤ制御装置４が設けられている。
【００３４】前記各ディスク２ａ～２ｃ，３ａ，３ｂは、４ビット単位でブロック分割され、かつ、１ディスク当たり６ブロックからなっている。
【００３５】これらディスク２ａ～２ｃ，３ａ，３ｂの各ブロックのうち、先頭（上位）ブロックどうしの５ブロックｄ１１，ｄ１２，ｄ１３，ｐ１４，ｐ１５を１番目グループ、上位から２つ目のブロックどうしの５ブロックｄ２１，ｄ２２，ｄ２３，ｐ２４，ｐ２５を２番目グループ、…と順次下位ブロックに対してグループ名が付けられている。
【００３６】また、各ディスク２ａ～２ｃ，３ａ，３ｂは４ビット単位で分割されて１ブロックとしているので、各ブロック内のデータは０～１５までの１６種類のデータが格納される。
【００３７】前記ＲＡＩＤ装置４は、外部から直接読み取り或いはコンピュータ６からダウンロードされたプログラムに従って、次のような手段を実行する。
【００３８】すなわち、このＲＡＩＤ装置４は、２の拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）を用いて、データ用ディスク２ａ～２ｃに付加されるパリティ用ディスク３ａ，３ｂのブロック単位に保存すべきパリティを算出するパリティ算出手段と、任意のディスク障害時、その障害発生ディスクのデータを未知データ（未知数）として２の拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）の規則に従って連立合同式を組み立て、この組み立てられた連立合同式を解くことにより、障害発生ディスクのデータを復元するデータ復元手段を有するものである。
【００３９】先ず、　ＲＡＩＤ装置４によるパリティの算出例について説明する。
【００４０】各ディスクは４ビット単位でブロック分割されているので、各ブロックには０～１５までの１６種類のデータが格納可能である。
【００４１】そこで、パリティの算出は、１６種類のデータを扱える拡大ガロア体ＧＦ(extension Galois field)（24)を用いて計算する。この拡大ガロア体は、定義された種類のデータ内で加算(減算)、乗算および除算を行うことができる。加算（減算)は排他的論理和を用いて計算し、乗算は図2に示す拡大ガロア体ＧＦ(24)の乗算結果図を用いて計算する。なお、除算は図2の乗算結果図を逆引きすることにより引用する。
【００４２】この図２の乗算結果を表す図は、ＧＦ（２）上の４次の規約多項式であるＸ４＋Ｘ＋１を用いてＧＦ（２４）を計算した表である。
【００４３】次に、簡単な拡大ガロア体の説明および図２の乗算結果を表す図の作成例について説明する。
【００４４】ガロア体ＧＦ（２）は、０と１の２種類が

元であり、その間で加減乗除を行うことができる。これに対し、ＧＦ（２ｍ）では２ｍ個の元があり、その間で自由に加減乗除を行うことができる。２ｍは、２のｍ乗を表している。

【００４５】ところで、拡大ガロア体における４次の乗算について定義する。

【００４６】ＧＦ（２）の体となる０，１の２種類の元において、図2の乗算結果であるＧＦ（２）上の４次の規約多項式

X4+X+１＝０

の根を考えると、０，１の何れの元を代入しても根が存在しない。そこで、このような規約多項式の根の一つをαと定義し体を拡大してみる。

【００４７】その結果、αは、α４＋α＋１＝０を満たすので、

α4＝α＋１

の関係式が得られ、αで表わされる４次以上の関係式は全て４次以下に置換することができる。

【００４８】そこで、１６種類のデータをαのｎ次で考えると、以下に示すような関係式で表すことができ、１５種類の関係式以外には現れない。

【００４９】

１	α
２	α２
３	α３
４	α４＝α＋１
５	α５＝α２＋α
６	α６＝α３＋α２
７	α７＝α４＋α３＝α３＋α＋１
８	α８＝α４＋α２＋α＝α２＋１
９	α９＝α３＋α
１０	α１０＝α４＋α２＝α２＋α＋１
１１	α１１＝α３＋α２＋α
１２	α１２＝α４＋α３＋α２＝α３＋α２＋α＋１
１３	α１３＝α４＋α３＋α２＋α＝α３＋α２＋１
１４	α１４＝α４＋α３＋α＝α３＋１
１５	α１５＝α４＋α＋１
１６	α１６＝α

以上の関係式から、当然αのｎ次どうしを乗算しても、１５種類の何れかの関係式の中に納まることになる。例えば、

α7＋α14＝α21＝α6＝α3＋α2

となり、１５種類の中の式α6に納まる。この関係式からデータの種類「１」～「１５」で一巡するので、α１６＝αとなり、「１」にもどる。

【００５０】ここで、上記する１５種類の関係式につき、１～１５に対応させることにより、図２に示す乗算結果図を作成できる。この図２はαの指数を２進数の桁に対応させて数値化する。

【００５１】因みに、上記例におけるαのｎ次の乗算は、以下のような計算として扱える。

【００５２】１１×９＝１２

但し、本文中においては、通常の計算と区別する意味から、

１１※９≡１２

のような記号で表す。なお、図２は、１～１５に加えて０を含め、０～１５の乗算結果を表す図となっている。

【００５３】従って、図２は、ＧＦ（２）上の４次の規約多項式Ｘ４＋Ｘ＋１を用いて、ＧＦ（２４）による乗算結果であるが、以下に述べる合同式についても、特にことわりがない限り、全てＧＦ（２４）で計算しているものとする。

【００５４】そこで、各ディスクｄ１１，ｄ１２，ｄ１３の１番目グループに記録するデータに関し、１つ目のパリティｐ１４の計算は、各データに１の係数を乗算した後に加算することにより求める。係数を１とするパリティの算出は従来のＲＡＩＤにおけるパリティ計算の場合と同じである。具体的には、

1※d11⊥1※d12⊥1※d13≡p14

d11⊥　d12⊥　d13≡p14

となる。上式において記号⊥は排他的論理和で計算することを意味し、記号※は図２の乗算結果を用いた乗算を意味し、記号≡は合同を意味する。

【００５５】次に、各ディスクｄ１１，ｄ１２，ｄ１３の１番目グループに記録するデータに関し、２つ目のパリティｐ１５の計算は各データに任意の異なる係数を乗算し、この乗算により得られる値を加算することにより求める。

【００５６】

２※ｄ１１⊥３※ｄ１２⊥４※ｄ１３≡ｐ１５

今、具体例として、例えば各データｄ１１，ｄ１２，ｄ１３が次のような値と仮定することにより、パリティを算出し、パリティブロックに設定する。

【００５７】

```
d11=5
d12=6
d13=7
   5⊥   6⊥   7≡p14≡4
2※5⊥3※6⊥4※7≡p15
 10⊥ 10⊥ 15≡p15≡15
```

以下、同様にして２番目グループ以降についても同様にパリティを算出し、パリティブロックに設定する。

【００５８】次に、ＲＡＩＤ制御装置によるデータ復元処理例について説明する。

【００５９】今、全てのデータ用ディスク２ａ～２ｃが故障していない場合、またはパリティ用ディスク３ａ，３ｂが故障している場合、単にデータ用ディスクのデータを読み出すことにより、記録したデータを知ることができる。また、１台のみのデータ用ディスクが故障した場合には、従来のＲＡＩＤ方式と同じ排他的論理和により容易に障害ディスクのデータが分かる。

【００６０】そこで、以降，２台同時期にデータ用ディスクが故障した場合のデータ復元例について説明する。

【００６１】今、５台のディスク中２番目と３番目のディスクが同時期に故障し、１番目グループのデータｄ１２，ｄ１３が失われたとする。この状態において１番目グループのパリティを含むｄ１１，ｐ１４，ｐ１５は、ディスク２ａ，３ａ，３ｂが故障していないので、データの読み出しは可能である。

【００６２】そこで、失われたデータｄ１２，ｄ１３を未知データとして合同式の左辺に置き、読み出し可能な正常なデータを右辺に置き、合同式を作成すれば次の２つの合同式を作成することができる。

【００６３】

```
   d12⊥  d13≡p14⊥  d11
3※d12⊥4※d13≡p15⊥2※d11
```

このようにして得られる２つの合同式に対し、ディスクから正常なデータｄ１１，ｐ１４，ｐ１５を読み出して式に代入し後、これら２つの連立合同式から未知データｄ１２，ｄ１３を求める。この未知データを求める手順は、一般の連立方程式の解法と全く同様の手順で行う。そこで、各式に式番号（　）を付加して説明を進めることとする。

【００６４】

```
   d12⊥   d13≡   4⊥   5≡1          …… (1)
3※d12⊥4※d13≡  15⊥2※5≡5          …… (2)
```

【００６５】

ここで、４※（１）式を計算し、下記する（３）式を得る。

```
4※d12⊥4※d13≡4※1
4※d12⊥4※d13≡4                    …… (3)
```

【００６６】

そこで、（３）式⊥（２）式を計算し、未知データｄ１３を消去することにより、（４）式を作成する。

```
4※d12⊥3※d12⊥4※d13⊥4※d13≡4⊥5
  (4⊥3)※d12⊥   (4⊥4)※d13≡4⊥5
      7※d12⊥          ≡1    …… (4)
```

ここで、図２の乗算結果から、

７※６≡１

となることが分かるので、６※（４）式を計算し、未知データｄ１２の係数を１とすることにより、ｄ１２の値を求める。

【００６７】

```
6※7※d12≡6※1
   d12≡6                           …… (5)
```

さらに、前記（５）式を（１）式或いは（２）式に設定して同様に未知データｄ１３を求める。ここでの説明は、（２）式に（５）式を代入する方法により下記する（６）式を作成し、未知データｄ１３を求める。

【００６８】

```
3※d12⊥4※d13≡  5                  …… (2)
3※6   ⊥4※d13≡  5
   10⊥4※d13≡  5
      4※d13≡  5⊥10
      4※d13≡15                    …… (6)
```

ここで、図２に示す乗算結果から、４※１３≡１が分かるので、１３※（６）式を計算し、未知データｄ１３の係数を１とすることにより、ｄ１３の値を求めることができる。

【００６９】

```
13※4※d13≡13※15
   d13≡7                           …… (7)
```

以上のような解法手順を踏むことにより、（５）式、（７）式によりそれぞれ未知データｄ１２＝６、ｄ１３＝７が求まり、始めに設定した仮定値と一致するので、未知データが正しく求められていることが分かり、障害ディスクのデータを復元されたことが分かる。

【００７０】そこで、以下、前述と同様な手順に従って、２番目以降の全てのグループにおける障害ディスクのデータを復元化する。

【００７１】なお、以上述べた具体例は、冗長するパリティの個数が２個の場合を例に上げたが、例えば冗長するパリティの個数がｋ個の場合、ｋ個の合同式を組み立てることができるので、ｋ個まで未知データを求めることができるので、ｋ個のデータが消失しても復元することができる。

【００７２】さらに、上記実施の形態では、拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）のｎを４として取り扱ったために、合同式のデータに付加する係数が１～１５までの１５個までしか扱えなかったので、最大１グループ内のデータ数は、１５以内であった。しかし、ｎをより大きな値とすることにより、より大きな値の係数まで扱うことができ、非常に大きなデータ数を扱うことができる。

【００７３】さらに、ＲＡＩＤ制御装置４としては、ハードウエアにより構成することもできる。すなわち、拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）を用いて前述する要領によりデータ用ディスクの各グループごとに付加するパリティデータを算出する論理回路要素（ハードウエア）からなるパリティ算出手段と、任意のディスク障害時、その障害発生ディスクのデータを未知数として拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）の規則に従って連立合同式を組み立て、この組み立てられた連立合同式を解くことにより、障害発生ディスクのデータを復元する論理回路要素（ハードウエア）からなるデータ復元手段とにより構成すれば、パリティ算出およびデータ復元の計算を高速度で行うことができる。

【００７４】（その他の実施の形態）

（１）　図１に示す実施の形態では、データを記録するデータ用ディスクとは別に特定のパリティ用ディスクを設けた構成としたが、図３に示すように例えば５台のディスク７ａ～７ｅをそれぞれ６ブロックに分割し、各ディスク７ａ～７ｅの上位ブロックを１番目グループ、次のブロックを２番目グループ、以下，順次下位のブロックに対してグループ名を付けていく。その他の構成は図１と同様であるので省略する

この実施の形態において特に異なるところは、５台のディスク７ａ～７ｅの各グループごとにそれぞれ任意の２つのブロックをパリティブロックとして設定することにある。

【００７５】因みに、図３に示すディスク７ａ～７ｅの１番目グループではディスク７ｄ，７ｅのブロックにパリティｐ１４，ｐ１５を設定し、２番目グループではディスク７ｃ，７ｄのブロックにパリティｐ２４，ｐ２５を設定する。その他のグループでも同様にパリティを設定する。

【００７６】その結果、１番目グループのデータｄ１１の一部書き換えたとき、それに伴ってパリティｐ１４，ｐ１５を変更する必要がある。以下、２番目以降グループのデータの一部を変更した場合でも、同様にパリティを変更することになる。

【００７７】しかし、各グループごとに個別に異なるディスクにパリティを設定する構成とすれば、次のようなメリットがある。一般に、データの一部を変更した場合、幾つかのグループに対してまとめてパリティを変更しなければならない場合が多いが、各グループのパリティの格納位置が図３に示すごとく異なるディスクに格納する構成となっていれば、通常，パリティ書き換えのためにディスク要求が集中してディスク要求待ちとなるが、本実施の形態ではディスク要求が集中することがなくなり、ディスク要求待ちを解消できるメリットがある。

【００７８】（２）　次に、本発明に係わる記録媒体の発明について説明する。

【００７９】図４は記録媒体をもったＲＡＩＤ装置の全体構成を示す図である。

【００８０】このＲＡＩＤ装置は、キーボード，マウスなどの入力装置１１と、表示装置１２と、後記するパリティ算出用およびデータ復元用プログラムを記録する記録媒体１３と、この記録媒体１３に記録されるパリティ算出用プログラムおよびデータ復元用プログラムの何れかを読み出して所定の機能を実現するＣＰＵで構成されたデータ処理部１４と、プログラムデータ，処理途中データ、処理結果のデータその他プログラム処理上必要なデータを一時記憶するデータバッファ１５と、データ処理部１４から導出されるバスラインに接続される複数のディスク１６１～１６ｎとによって構成されている。

【００８１】なお、記録媒体としては、一般的には磁気ディスクが用いられるが、それ以外にも例えば磁気テープ、ＣＤ－ＲＯＭ、ＤＶＤ－ＲＯＭ、フロッピーディスク、ＭＯ、ＣＤ－Ｒ、メモリカードなどを用いてもよい。

【００８２】前記データ処理部１４は、パリティ算出およびデータ復元に際し、次のような機能を実現する。

【００８３】先ず、パリティ算出処理にあっては、各データ用ディスクのグループ内データを順次読み出すデータ読み出し機能と、当該グループ内の各ブロックのデータに対し、拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）に従って所定の係数を乗算するとともに、これら乗算値を加算するパリティ取得機能と、このパリティ取得機能によって取得したパリティを該当グループ内の該当ブロックに設定するパリティ設定機能と、上記一連の機能を、パリティ格納用ブロックおよび全グループについて繰り返し実行する機

能とを実現するものである。
【００８４】一方、データ復元処理にあっては、ディスク故障時に正常なデータ用およびパリティ用ディスクのデータおよびパリティを読み出すデータ読み出し機能と、これら読み出したデータおよびパリティを用いてディスク故障台数に応じた連立合同式を作成し未知データを求めるデータ復元機能と、これら一連の機能についてデータ用ディスクのブロックおよび全グループについて繰り返してデータを復元する機能とを実現するものである。
【００８５】次に、記録媒体１３に記録されたプログラムの処理例について、パリティ算出処理およびデータ復元処理を参照して説明する。
【００８６】（ａ）　パリティ算出処理例について（図５参照）。
【００８７】データ処理部１４は、データディスクの各グループまたは全グループの各ブロックにデータを格納した後、例えば入力装置１１からパリティ算出の指示を入力すると、記録媒体１３からパリティ算出用プログラムを読み出し、以下のような処理を実行する。
【００８８】すなわち、データ処理部１４は、データバッファ１５などの不要データを消去する初期化処理を行った後、データバッファ１５内カウンタメモリにディスクの１番目グループに相当するデータ「ｉ＝１」をセットする。しかる後、各データ用ディスクの１番目グループに属する各ブロックのデータ読み出してデータバッファ１５に記憶する（Ｓ１～Ｓ３，データ読み出し機能）。
【００８９】さらに、データ処理部１４は、拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）に従い、読み出した１番目グループ内の各データに予め定める係数を乗算し、各データごとの乗算値データを求める。そして、これら各乗算値を加算することによりパリティを求める（Ｓ４，Ｓ５，パリティ取得機能）。
【００９０】以上のようにしてパリティを求めたならば、パリティディスクの予め定める１つのブロックに設定する（Ｓ６，パリティ設定機能）。
【００９１】しかる後、１番目グループ内の全パリティブロックへのパリティ設定完了かを判断し、未完了の場合にはステップＳ３に戻って同様の処理を実行する。一方、１番目グループ内のパリティ設定完了の場合には、全グループへのパリティ設定完了かを判断し（Ｓ８）、未だ完了していない場合にはカウンタメモリに＋１をインクリメントし（Ｓ９）、ステップＳ３に戻り、同様の処理を繰り返し実行する。
【００９２】（ｂ）　データ復元処理例について（図６参照）。
【００９３】データ処理部１４は、入力装置１１からのデータ復元指示またはディスク故障時に自動的に立ち上がって記録媒体１３からデータ復元用プログラムを読み取り、次のような処理を実行する。
【００９４】すなわち、データ処理部１４は、データバッファ１５などの不要データを消去する初期化処理を行った後、データディスク故障を確認した後、データバッファ１５内カウンタメモリにディスクの１番目グループに相当するデータ「ｉ＝１」をセットする。しかる後、各データ用ディスクの１番目グループに属する各ブロックのデータ読み出してデータバッファ１５に記憶する（Ｓ１１～Ｓ１４，データ読み出し機能）。
【００９５】しかる後、データ処理部１４は、失われたデータを未知データと正常なデータとを用いて、拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）の規則に従い、未知データを左辺に置き、正常なデータを右辺に置き、データディスク故障台数に応じた連立合同式を作成し、この連立合同式を解くことにより未知データを求め、データバッファ１５に格納する（Ｓ１５、データ復元機能）。
【００９６】さらに、１番目グループ内の故障データディスクのデータ全部復元かを判断し（Ｓ１６）、当該グループの故障データ全部復元でないとき、既に求めた未知データを連立合同式に代入し、他の未知データを求める（Ｓ１５，Ｓ１６）。
【００９７】さらに、ステップＳ１６において当該グループ内故障データを全部復元したと判断したとき、全グループデータ復元完了かを判断し（Ｓ１７）、未グループがあれば、カウンタメモリに＋１をインクリメントした後（Ｓ１８）、ステップＳ１２に戻り、同様の処理を繰り返し実行し、全部の消失データを復元する。
【００９８】従って、以上のような実施の形態によれば、データ処理部１４は、記録媒体１３に記録される図５のパリティ算出用プログラム、図６に示すデータ復元用プログラムを読み取って実行すれば、各ディスクにデータを格納後に容易、かつ、自動的にパリティを算出して設定でき、また複数台のデータディスクの故障時に失われたデータを迅速に復元させることができる。
【００９９】なお、図４に示す記録媒体１３のプログラムはアプリケーションソフトとして考えているが、ＯＳの一部として使用してもよい。この場合には、記録媒体１３に記録されるプログラムはデータ処理部１４または上位コンピュータ６により読み出し可能とするものである。
【０１００】（３）　さらに、上記実施の形態では、冗長するパリティ算出の個数は各グループごとに２つのブロックと固定されていたが、この冗長するパリティ算出の個数をソフトウエアまたはハードウエア的に決定してもよい。
【０１０１】図７はかかる実施の形態例を示す構成図である。
【０１０２】このＲＡＩＤシステムは、伝送ライン２０上にコンピュータを含むコントローラ２１およびＲＡＩＤ装置２２が接続されている。

【０１０３】このコンピュータを含むコントローラ２１は、データ処理上必要なプログラムをＲＡＩＤ装置２２にダウンロードしたり、当該ＲＡＩＤ装置２２に必要な指示，命令を与える機能をもっている。
【０１０４】前記ＲＡＩＤ装置２２は、図１や図３と同様なデータ配列構成をもつパリティを格納する複数のディスク２３１～２３ｎと、プログラム処理開始，プログラム処理上必要な指示、さらには設定情報を入力するキーボードその他一般的に使用されている入力機器を含むハードウエアスイッチ２４と、拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）を用いて前述する要領によりデータ用ディスクの各グループごとに付加するパリティデータを算出するソフトウエア的またはハードウエア的に構成されるパリティ算出手段および任意のディスク障害時、その障害発生ディスクのデータを未知数として拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）の規則に従って連立合同式を組み立て、この組み立てられた連立合同式を解くことにより、障害発生ディスクのデータを復元するソフトウエア的またはハードウエア的に構成されるデータ復元手段をもつＲＡＩＤ制御装置２５とが設けられている。
【０１０５】ところで、以上のようなシステムにおいて、オペレータがコンピュータを含むコントローラ２１側から冗長するパリティ算出の個数を入力し、ＲＡＩＤ装置２２にダウンロードするか、或いはオペレータがＲＡＩＤ装置２２側のハードウエアスイッチ２４からスイッチ操作によって冗長するパリティ算出の個数を入力する。
【０１０６】ＲＡＩＤ制御装置２５は、これら各グループごと或いは全グループに対して入力されたパリティ算出個数に従ってパリティを算出する。
【０１０７】従って、以上のような実施の形態によれば、オペレータがコントローラ２１またはハードウエアスイッチ２４から冗長するパリティ算出の個数を入力するようにすれば、用途、目的に応じて自在に冗長するパリティの個数を容易に変更でき、信頼性の向上および柔軟性を確保できる。
【０１０８】（４）　前述する実施の形態は、１台のＲＡＩＤ制御装置６，２５が複数のディスク（２ａ～２ｃ，３ａ，３ｂ）、（７ａ～７ｅ）または（２３１～２３ｎ）を管理し、パリティ算出および失われたデータの復元化を実施する構成としたが、例えば図８に示すように複数のＲＡＩＤ制御装置２５ａ，２５ｂ，２５ｃがそれぞれ個別にディスクを管理する場合、例えばＲＡＩＤ制御装置２５ａがディスク２３ａ１，２３ａ２、ＲＡＩＤ制御装置２５ｂがディスク２３ｂ１～２３ｂ３、ＲＡＩＤ制御装置２５ｃがディスク２３ｃ１～２３ｃ３を管理するような構成のものがある。
【０１０９】このようなＲＡＩＤ装置２２においては、複数のＲＡＩＤ制御装置２５ａ～２５ｃ相互にデータ授受可能に連携させ、これらＲＡＩＤ制御装置２５ａ～２５ｃ管理下のディスク２３ａ１，２３ａ２，２３ｂ１～２３ｂ３，２３ｃ１～２３ｃ３全体について、上位ブロックから順次ブロック２６化し、これらグループ単位でデータｄの書込みおよび読み出しの他、冗長するパリティｐの算出やディスク故障により失われたデータの復元化処理を行うものである。
【０１１０】なお、パリティの算出およびデータの復元化は前述した通りである。
【０１１１】このような実施の形態によれば、各ＲＡＩＤ制御装置ごとに必ずしも冗長するパリティのために１台分以上のパリティディスクを設置しなければならない制限がなくなり、ＲＡＩＤ装置全体として冗長するパリティを低減化できる。
【０１１２】（５）　図１に示すＲＡＩＤ装置においては、各ディスクのデータ例えばｄ1,1，ｄ１２，ｄ１３を用いて、それぞれパリティｐ１４，ｐ１５を個別に算出したが、例えば以下のような手段によりパリティを算出することにより、障害ディスク位置を把握し、データを修復するようにしてもよい。
【０１１３】具体的には、パリティｐ１４，ｐ１５の算出するに際し、パリティｐ１４を算出した後、パリティｐ１５の算出に当たっては既に算出済みのパリティｐ１４もデータの一部とみなして各データに異なる係数をかけて以下のように算出する。
【０１１４】

$$d11\perp \quad d12\perp \quad d13 \qquad \equiv p14$$
$$d11\perp \quad d12\perp \quad d13\perp \quad p14\equiv 0 \qquad \cdots\cdots (8)$$
$$2\times d11\perp 3\times d12\perp 4\times d13\perp 5\times p14\equiv p15 \qquad \cdots\cdots (9)$$

ここで、ｄ１１，ｄ１２，ｄ１３，ｐ１４，ｐ１５の何れか１つの情報に誤りｅ１が発生したとすると、ｐ１５に誤りが発生した場合を除き、前記（８）式の右辺に誤りｅ１が検出される。
【０１１５】さらに、前記（９）式においてパリティを計算すると、ｐ１５を除いて各データの係数に応じた誤りが検出されるので、データの係数を計算することによりｄ１１，ｄ１２，ｄ１３，ｐ１４の何れかのディスクに誤りが発生している可能性があることを特定できる。
【０１１６】今、例えば各データｄ１１，ｄ１２，ｄ１３，ｐ１４が以下の値のとき、データｄ１３に誤りｅ１が発生したと想定して計算してみる。
【０１１７】ｄ１１≡１１
ｄ１２≡１２
ｄ１３≡１３
ｅ１　≡　８
ｍは各データに付けた異なる係数値とする。
【０１１８】パリティｐ１４，ｐ１５の算出は、

```
   １１⊥    １２⊥        １３     ≡ｐ１４≡１０
２※１１⊥３※１２⊥４※１３⊥５※１０  ≡ｐ１５≡  ７
```

ここで、ｄ１３にｅ１≡８のエラーが発生し、ｄ１３の値が１３から５に変化したとする。 【０１１９】

```
   １１⊥    １２⊥    ５⊥    １０≡８≡        ｅ１……（１０）
２※１１⊥３※１２⊥４※５⊥５※１０≡１≡ｍ※ｅ１⊥ｐ１５
    ５⊥      ７⊥    ７⊥      ４≡１≡ｍ※ｅ１⊥    ７…（１１）
```

この（１０）式の両辺は、データに誤りが発生しなければ、前記（８）式で設定したように０とならなければならないが、誤りが発生した場合には０とならない。前記（１１）式はデータに誤りがなければ、前記（９）式で設定したパリティｐ１５と一致しなければならないが、誤りが発生した場合には各データの係数ｍに応じたｍ※ｅ１の誤りが含まれた状態で出てくる。

【０１２０】前記（１０）式および（１１）式により、ｍを計算し特定することにより、どのデータに誤りがあったかを把握でき、さらに障害を起こしたディスクを特定することができる。 【０１２１】

```
８≡    ｅ１                                    ……（１０′）
１≡ｍ※ｅ１⊥  ７                               ……（１１′）
```

この（１０′）式を（１１′）式に代入し整理すると、

```
８※ｍ≡  ７⊥  １≡  ６                         ……（１２）
```

となる。図２の乗算結果図から、

８※１５≡ １

となるように、（１２）式の両辺に係数１５を乗算するとともに、このｍの係数を１とし、ｍの値を求める。

【０１２２】１５※８※ｍ≡１５※６

ｍ≡４

となり、ｄ１３の係数であることが分かる。ここで、さらに検算のために、４※（８）式⊥（９）式を用いて、データｄ１３の要因を排除したところの下記（１３）式を作成し検証する。 【０１２３】

```
４※ｄ１１  ⊥  ４※ｄ１２  ⊥  ４※ｄ１３  ⊥  ４※ｐ１４≡  ０
２※ｄ１１  ⊥  ３※ｄ１２  ⊥  ４※ｄ１３  ⊥  ５※ｐ１４≡ｐ１５
６※ｄ１１  ⊥  ７※ｄ１２                ⊥  １※ｐ１４≡ｐ１５
                                              ……（１３）
６※１１  ⊥  ７※１２                    ⊥  １※  １０≡７
   １５  ⊥      ２                      ⊥      １０≡７
                                                ７≡７
```

前記（１３）式において両辺の値が一致しないとき、始めに想定された１個所の誤りが否定されたこととなり、複数箇所のデータに誤りがあることを判断できる。同様の理由により、ｄ１３以外のｄ１１，ｄ１２，ｐ１４についても、誤り箇所を特定できることが分かる。

【０１２４】また、パリティｐ１５に１個所誤りが発生した場合、前記（１３）式で作成されたデータｄ１３の要因を排除した方法で各データそれぞれの要因を排除し、誤りがどのデータの要因を排除しても誤りが一定となる場合には、パリティｐ１５自身に誤りがあると判断でき、一方、異なる誤りが算出された場合には２個所以上に誤りがあると判断できる。

【０１２５】誤り箇所が１箇所に特定できた場合、図１で説明した手順により容易に誤り箇所のデータを復元できる。

【０１２６】以上のようにして、冗長するパリティの個数が２つの場合、１個所のデータの復元が可能となる。一般に、冗長するパリティの個数が１つ増える毎にデータに付加されたと考えられる誤り要因を１つずつ排除できるので、

冗長するパリティ個数－１

のデータ訂正が可能なソフトウエアのＲＡＩＤ装置を提供できる。

【０１２７】従って、以上のような実施の形態によれば、ディスクに誤り検出機能がない場合でも容易に利用できる他、かかる誤り検出機能をもつことにより、より信頼性の高い装置を実現できる。

【０１２８】その他、本発明は、その要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することが可能である。

【０１２９】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）を用いて、複数のディスクにデータを格納した後に迅速にパリティを算出でき、また同時に複数台のディスクが故障した場合でも、そのディスク内容を容易に復元することができる。

【０１３０】また、用途，目的に応じて、冗長するパリティの個数を任意に変更可能であり、信頼性の向上および柔軟性に富んだ装置を実現できる。

【０１３１】さらに、複数のＲＡＩＤ制御装置管理下にある各ディスク全体をグループ化し、各グループごとに

冗長するパリティを設定するので、必ずしも冗長するパリティのために１台分以上のパリティディスクを設置しなければならない制限がなくなり、ＲＡＩＤ装置全体として冗長するパリティを低減化できる。

【０１３２】さらに、パリティの算出から障害ディスクを容易に見つけ出し、データの修復を行うことができる。

【０１３３】さらに、本発明の記録媒体においては、パリティの算出および同時に複数台のディスク故障時にそのディスク内容を正確に復元可能なプログラムを記録した記録媒体を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明に係わるＲＡＩＤ装置の一実施の形態を示す構成図。

【図２】　拡大ガロア体ＧＦ（２ｎ）による乗算結果を説明する図。

【図３】　本発明に係わるＲＡＩＤ装置の他の実施の形態を説明するものであって、グループ単位ごとに任意のブロックにパリティを設定する図。

【図４】　本発明に係わる記録媒体を説明するコンピュータシステムの構成図。

【図５】　図４に示す記録媒体に記録されるプログラムの処理例を説明するフローチャート。

【図６】　図４に示す記録媒体に記録されるプログラムの他の処理例を説明するフローチャート。

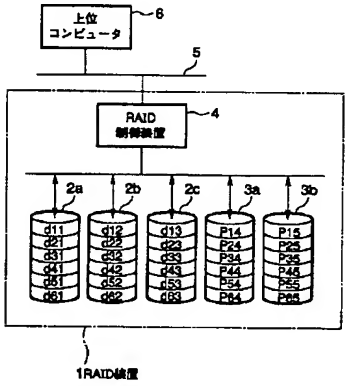
【図７】　本発明に係わるＲＡＩＤ装置の他の実施の形態を示す構成図。

【図８】　本発明に係わるＲＡＩＤ装置のさらに他の実施の形態を示す構成図。

【符号の説明】

１，２２…ＲＡＩＤ装置
２ａ，２ｂ，２ｃ…データ用ディスク
３ａ，３ｂ…パリティ用ディスク
４，２５ａ，２５ｂ，２５ｃ…ＲＡＩＤ制御装置
６…上位コンピュータ
７ａ～７ｅ、１６１～１６ｎ，２３ａ１，２３ａ２、２３ｂ１～２３ｂ３、２３ｃ１～２３ｃ３…ディスク
１３…記録媒体
２１…コンピュータを含むコントローラ
２２…記録媒体
２６…グループ

【図１】

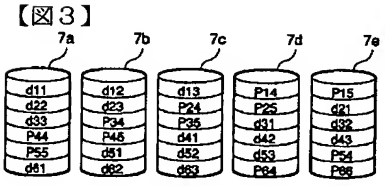


【図２】

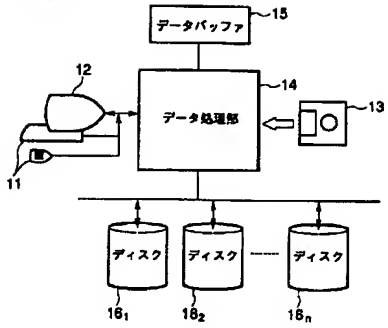
拡大ガロア体GF(2^4)の乗算結果

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
2	0	2	4	6	8	10	12	14	3	1	7	5	11	9	15	13
3	0	3	6	5	12	15	10	9	11	8	13	14	7	4	1	2
4	0	4	8	12	3	7	11	15	6	2	14	10	5	1	13	9
5	0	5	10	15	7	2	13	8	14	11	4	1	9	12	3	6
6	0	6	12	10	11	13	7	1	5	3	9	15	14	8	2	4
7	0	7	14	9	15	8	1	6	13	10	3	4	2	5	12	11
8	0	8	3	11	6	14	5	13	12	4	15	7	10	2	9	1
9	0	9	1	8	2	11	3	10	4	13	5	12	8	15	7	14
10	0	10	7	13	14	4	9	3	15	5	8	2	1	11	6	12
11	0	11	5	14	10	1	15	4	7	12	2	9	13	6	8	3
12	0	12	11	7	5	9	14	2	10	6	1	13	15	3	4	8
13	0	13	9	4	1	12	8	5	2	15	11	6	3	14	10	7
14	0	14	15	1	13	3	2	12	9	7	6	8	4	10	11	5
15	0	15	13	2	9	6	4	11	1	14	12	3	8	7	5	10

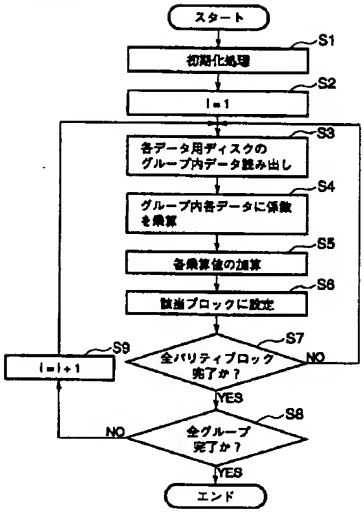
【図３】



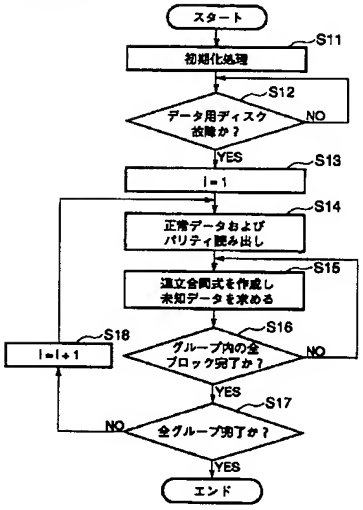
【図４】


データバッファ
15
12
14
データ処理部
13
11
ディスク
ディスク
ディスク
16₁
16₂
16n

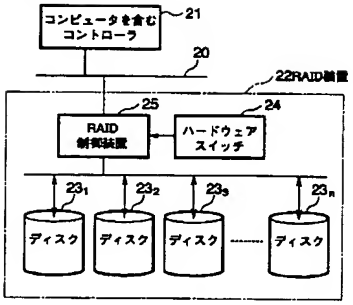
【図５】


スタート
S1
初期化処理
S2
I=1
S3
各データ用ディスクの
グループ内データ読み出し
S4
グループ内各データに係数
を乗算
S5
各乗算値の加算
S6
該当ブロックに設定
S7
全パリティブロック
完了か？
NO
S9
I=I+1
YES
S8
全グループ
完了か？
NO
YES
エンド

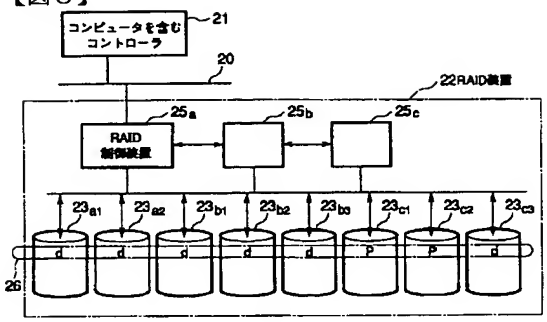
【図６】


スタート
S11
初期化処理
S12
データ用ディスク
故障か？
NO
YES
S13
I=1
S14
正常データおよび
パリティ読み出し
S15
連立合同式を作成し
未知データを求める
S16
グループ内の全
ブロック完了か？
NO
S18
I=I+1
YES
S17
全グループ完了か？
NO
YES
エンド

【図７】


コンピュータを含む
コントローラ
21
20
22RAID装置
25
RAID
制御装置
24
ハードウェア
スイッチ
23₁
23₂
23₃
23n
ディスク
ディスク
ディスク
ディスク

【図８】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.7		識別記号	FI		テーマコード（参考）
G11B	19/04	501	G11B	19/04	501G 501D
	20/18	570		20/18	570Z